

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1936

THÈSE

N°

291

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Diplôme d'Etat

PAR

LADISLAS-GEORGES-MICHEL DE ROHOZINSKI

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Ancien Interne de la Maison Maternelle Nationale

(Hôpital Trousseau, Service du Dr Favory)

Né le 13 Avril 1909, à Nice (Alpes-Maritimes)

**Contribution à l'étude
de la pénétration électrolytique
des substances médicamenteuses
dans les milieux oculaires**

Président de Thèse : M. TERRIEN, Professeur

PARIS

E. LE FRANÇOIS, EDITEUR

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1936

**Contribution à l'étude
de la pénétration électrolytique
des substances médicamenteuses
dans les milieux oculaires**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1936

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Diplôme d'Etat

PAR

LADISLAS-GEORGES-MICHEL DE ROHOZINSKI

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Ancien Interne de la Maison Maternelle Nationale

(Hôpital Trousseau, Service du Dr Favory)

Né le 13 Avril 1909, à Nice (Alpes-Maritimes)

**Contribution à l'étude
de la pénétration électrolytique
des substances médicamenteuses
dans les milieux oculaires**

Président de Thèse : M. TERRIEN, Professeur

PARIS

E. LE FRANÇOIS, EDITEUR

91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1936

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN G. ROUSSY

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie.	BOUVIÈRE
Physiologie.	LÉON BINET
Physique médicale.	STROHL
Chimie médicale.	DESGREZ
Bactériologie.	Robert DEBRÉ
Parasitologie et histoire naturelle médicale.	BRUMPT
Pathologie médicale et générale.	BAUDOUIN
Pathologie chirurgicale.	CHEVASSU
Anatomie pathologique.	ROUSSY
Histologie.	CHAMPY
Pharmacologie et matière médicale.	TIFFENEAU
Thérapeutique.	HARDIER
Hygiène et médecine préventive.	TANON
Médecine légale.	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	LAIGNE-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée.	FIESSINGER
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	Maurice VILLARET
Clinique médicale.	LOEPER
	CARNOT
	CLERC
	Marcel LABBÉ
	LEREBOULLET
	NORÉCOURT
Hygiène et clinique de la première enfance.	H CLAUDE
Clinique des maladies des enfants.	GOUGEROT
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	GUILLAIN
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	LEMIERRE
Clinique des maladies du système nerveux.	CUNÉO
Clinique des maladies infectieuses.	GOSSET
Clinique chirurgicale.	GRÉGOIRE
	LENORMANT
Clinique ophtalmologique.	TERRIEN
Clinique urologique.	MARION
Clinique d'accouchements.	BRINDEAU
	COUVELAIRF
Clinique gynécologique.	JEANNIN
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.	N...
Clinique thérapeutique médicale.	OMBRÉDANNE
Clinique oto-rhino-laryngologique.	RATHERY
Clinique thérapeutique chirurgicale.	LEMAITRE
Clinique propédeutique.	Pierre DUVAL
Clinique de la Tuberculose.	SERGENT
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.	BEZANÇON
	MATHIEU
	HOVELACQUE
	MULON
Professeurs sans chaire.	OLIVIER
	VERNE
	MOCQUOT

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

BÉNARD (Henri) Pathologie médicale.
 BERNARD (Etienne). Pathologie médicale
 BOULIN..... Pathologie médicale.
 BULLIARD..... Histologie.
 CATHALA..... Pathologie médicale.
 CHEVALLIER... Pathologie médicale.
 DOGNON..... Physique.
 FEY..... Urologie.
 GALLIARD..... Parasitologie.
 GASTINEL..... Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET..... Physiologie.
 GIROUD..... Histologie.
 HAGUENAU..... Pathologie médicale.
 HALPHEN..... Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD..... Pharmacologie.
 HUGUENIN..... Anatomie pathologique.
 JOANNON..... Hygiène.
 LABBÉ (Henri) Chimie biologique.
 LACOMME..... Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL... Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LEMAIRE..... Pathologie expérimentale
 LEVEUF..... Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiâtrie.
 MOREAU..... Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN..... Pathologie médicale.
 ORERLING..... Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale
 PIÉDELÈVRE... Médecine légale.
 PORTES..... Obstétrique.
 RICHET..... Physiologie.
 SANNIÉ..... Chimie biologique.
 SÈNEQUE..... Pathologie chirurgicale.
 TROISIER..... Pathologie expérimentale
 TURPIN..... Pathologie médicale.
 VIGNES..... Obstétrique.
 WILMOTH..... Pathologie chirurgicale.
 J. BESANÇON. Hydrologie.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE..... Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET..... Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.

MM.

LEROUX..... Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS

DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.		MM.	
ABRAMI	Clinique médicale.	BASSET	Clinique chirurgicale.
ALAJOUANINE.		BROCQ	
AUBERTIN ..		CADENAT . . .	
BRULÉ		GATELLIER ..	
CHABROL . . .		HEITZ-BOYER.	
CHIRAY		MOURE	
DONZELOT ..		QUENU	
DUVOIR		SCHWARTZ . . .	
LIAN		VELTER	
PASTEUR- VALLERY- RADOT			
SÉZARY			
		ECALLE	Clinique obstétricale.
		GUÉNIOT . . .	
		LE LORIER . .	
		LÉVY-SOLAL .	
		METZGER . . .	

V. — CHARGES DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.	Education physique.
FREY.	Stomatologie.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
WEY-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

AUX MIENS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TERRIEN

*Professeur de Clinique Ophtalmologique
à la Faculté de Médecine de Paris,
Ophtalmologiste de l'Hôtel-Dieu,
Officier de la Légion d'Honneur,
Membre de l'Académie de Médecine.*

En témoignage de reconnaissance pour le grand honneur qu'il nous fait en acceptant de présider cette thèse.

A MONSIEUR LE DOCTEUR FAVORY

*Ophtalmologiste de l'Hôpital Trousseau,
Chevalier de la Légion d'Honneur.*

Qui nous a suggéré ce travail et nous a aidé de précieux conseils au cours de nos expérimentations dans son service.

Hommage de profonde reconnaissance.

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR DADAY

*Médecin Chef de la Maison Maternelle Nationale,
Chevalier de la Légion d'Honneur.*

A qui je dois tant.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

Stage :

M. LE PROFESSEUR GOSSET

M. LE PROFESSEUR BEZANÇON

Externat :

M. LE DOCTEUR MOURE

M. LE DOCTEUR CROUZON

M. LE DOCTEUR BROCC

M. LE DOCTEUR ROUGET

M. LE DOCTEUR PASTEUR VALLERY-RADOT

Internat :

M. LE DOCTEUR DADAY

INTRODUCTION

Nous avons eu l'idée de cette thèse dans le service du Docteur FAVORY qui depuis un certain temps expérimente, avec succès, cette méthode en thérapeutique oculaire, service dans lequel il a bien voulu nous permettre de faire ce travail.

L'ionisation bien que connue, décrite et essayée depuis bien longtemps n'a peut-être pas en thérapeutique la place qu'elle devrait occuper, peut-être faut-il expliquer ce fait par les controverses nombreuses dont elle a été l'objet, tant dans son existence même que dans son mode d'action, qu'enfin dans sa technique d'utilisation.

Nous nous sommes efforcés, dans ce modeste travail, de grouper d'abord, en un rapide aperçu, les données physiques qui nous ont paru indispensables à la connaissance de ces phénomènes.

Nous avons ensuite résumé les résultats généraux obtenus en thérapeutique oculaire par cette méthode. De ce chapitre, nous avons consacré une partie à l'œuvre du Docteur CANTONNET à qui revient le grand mérite d'avoir vraiment fait connaître cette méthode en France; il a bien voulu joindre à des conseils très précieux un cer-

tain nombre d'observations originales d'un grand intérêt, dont nous le remercions vivement.

Nous exposerons enfin dans un dernier chapitre notre technique de traitement, avec les quelques éléments nouveaux qui nous ont paru présenter certains avantages, enfin, nous décrirons les résultats que nous avons nous-mêmes obtenus.

DÉFINITION

On donne le nom de ionothérapie à la pénétration des ions médicamenteux dans l'organisme au moyen de l'électrolyse.

Elle a été décrite en Allemagne sous le nom de Iontophorese. Longtemps confondue avec la Cataphorese, elle présente avec celle-ci cette différence capitale qu'elle nécessite « la dissociation préalable » (M. JOLTROIS), alors que la cataphorese est le transport d'un pôle à l'autre à travers un conducteur humide et sous l'action du courant électrique de particules non décomposées.

Comme le disent dans leurs conclusions DELHERM et LAQUERIERE « la théorie des ions n'est pas une supposition médicale destinée à échafauder les raisons d'une thérapeutique nouvelle, mais elle est liée aux conceptions récentes sur la composition de la matière ».

« Ensuite l'ionisation est préalable au passage de tout courant et celui-ci n'intervient que pour amener le déplacement des ions... »

« Enfin l'échange d'ions sous l'influence du courant entre deux solutions contiguës et par tant l'introduction des médicaments, non seulement est possible, mais ne peut pas ne pas se produire puisqu'il est indispensable au

passage du courant, « puisqu'il est le courant lui-même ».

C'est un mode de thérapeutique efficace, actif, facile dans son application, nous allons essayer de le mettre en évidence au cours des pages qui vont suivre.

HISTORIQUE

Entrevue depuis longtemps il y aura bientôt deux siècles, il nous semble intéressant de donner ici un aperçu des étapes évolutives que l'ionisation a parcourues avant d'arriver au stade actuel.

1750. — BIANCHI, l'Abbé NOLLET et PRIVATI attribuent à l'effluve électrique le pouvoir d'amener aux tissus des éléments que l'on peut lui faire véhiculer.

1812. — ROSSI utilise la pile de volta pour introduire du mercure après vésication cutanée.

1833. — L'Electrolyse est découverte par FARADAY.

La même année, FABRE-PALAPRAT montre l'action du courant électrique dans l'absorption de la matière par les tissus. Il fait un essai de traitement du paludisme par le sulfate de quinine.

1846. — KLEINKE traite la scrofule par l'iodure de potassium électrolytique.

1853. — HASSENSTEIN, la syphilis par le mercure.

A la même époque, RICHARDSON utilise le même véhicule pour le chloroforme et l'aconit.

A la même période REMAK traite le rhumatisme par le courant galvanique.

1859. — KUNK essaie sur le lapin l'action du sulfate de strychnine qui se dégage de la solution électrolysée.

Dix ans plus tard BERR fait des expériences sur la pénétration électrolytique de l'iode.

FABER et BRUCKNER, BURNS, GROB, D'OLMUTZ renouvellent tous trois ces expériences.

MUNK fait des recherches identiques.

ENGEL, de Nancy tente l'extraction électrolytique de métaux introduits dans l'organisme.

1884-1885. — ERB retrouve dans les urines de l'iode et de la quinine électriquement introduits..

BARDET fait un travail sur « L'électrolyse et le transfert des médicaments à travers l'organisme par le courant électrique ».

BRONDEL, d'Alger, fait une communication, la même année, sur l'introduction dans l'économie de l'iode par l'électrolyse. « Si on fait passer un courant dans une dissolution d'un sel, ce sel est décomposé : le métal se rend au pôle négatif et le métalloïde ou l'acide vont au pôle positif. » C'est cette opération que BRONDEL a réussi à accomplir à travers l'organisme et à laquelle il a donné le nom de diélectrolyse.

Il dit plus loin, « un grand nombre de corps simples pourront ainsi traverser l'économie et les applications de la méthode nouvelle peuvent être très nombreuses et très importantes ».

(Compte rendu par la *Gazette des Hôpitaux*, Académie de Médecine, 22 septembre 1885).

Mais DEJARDIN-BAUMETZ vient apporter une dénégation formelle à ce qu'il a lui-même appelé « une révolution

considérable dans la thérapeutique »; en effet, il conclut ainsi : « J'ai le regret d'annoncer que la diélectrolyse n'existe pas ».

Toujours, dans cette même année, quelques mois plus tard, LAURET, dans sa thèse « Introduction des substances médicamenteuses à travers la peau saine par l'influence de l'électricité », reprend les recherches, mais conclut dans son travail à une influence de la cataphorèse.

Les recherches vont se multiplier, WAGNER obtient une amélioration de certaines névralgies par l'introduction électrolytique de la cocaïne. CORNING fait des expériences identiques.

HERTZOG essaie ce traitement dans l'urticaire.

REYNOLDS tente l'introduction du chloroforme par l'électrolyse.

En 1888 ADAMKIEWICZ fait une communication analogue à Wiesbaden.

CHÉRON et GEVAERT tentent l'introduction du sublimé par le courant.

BOCCALARI et MASSIERI tuent des lapins par pénétration électrolytique de la strichnine.

1889. — PETERSEN traite les névralgies par l'aconitine et le courant.

SCHROEBER et ALBRAN traitent les affections oculaires par l'introduction électrolytique de l'iode.

GARTNER, ERKMANN puis GROHFELD (1889-1891) traitent la syphilis par le mercure électrolytique.

EDISON communique à la même époque un essai d'application de l'endosmose électrique aux concrétions goutteuses.

MORTON préconise la cataphorèse dans l'art dentaire.

IMBERT DE LATOUCHE applique ce traitement à la goutte. AUBERT, de Lyon, expérimente le rôle de l'électricité dans la pénétration de la pilocarpine.

Mais c'est à FAUVEAU DE COURMELLES (1890-1897) que revient le mérite d'avoir fait le départ exact entre électrolyse et cataphorèse.

HUNTER et GUIRE publient « Traitement cataphorétique du goître et de l'orchite chronique par l'iode ».

1895. — SAVY rapportant les travaux de DESTOT conclut : « L'introduction diathermique des médicaments sous l'influence de l'électricité ne saurait avoir une grande valeur thérapeutique. »

SUDNIK traite par le chlorure de zinc les tuberculoses locales.

Toujours à la même époque LABATUT avec JOURDASSET et PORTE publient sur l'introduction du lithium par l'électrolyse au cours du rhumatisme et de la goutte.

SIMON FUBINI et Pierre PIERINI mettent en évidence dans les urines la présence de certains corps médicamenteux.

LILIEUX traite de l'action thérapeutique des ions introduits dans l'organisme.

VEIS montre l'action de l'électrolyse dans l'intérieur des tissus par l'altération de ceux-ci.

1900. — F. FRANKENHAUSER, de Berlin, publie ses expériences sur l'introduction électrolytique par la peau de différentes substances.

BORDIER confirme au Congrès de l'A.F.A. la théorie du transport des ions à travers les tissus.

C'est toujours en 1900 que LEBUC « établit d'une façon

définitive le phénomène de l'introduction électrolytique des ions dans l'organisme vivant »; nous résumons ici rapidement cette expérience : « Deux lapins sont mis en série de la façon suivante : par le pôle positif imbibé de sulfate de strychnine, le courant arrive au premier lapin, traverse un récipient d'eau relié au pôle négatif, puis, par un autre récipient d'eau il atteint le second lapin et sort enfin, par l'électrode négatif imprégné de cyanure de potassium. On fait alors passer un courant de 80 milliam-pères, le premier lapin présente des convulsions, le second meurt avec des signes d'intoxication cyanhydrique. Le courant étant renversé, il ne se passe rien, la strychnine va au pôle négatif, le cyanure de potassium au pôle positif. »

ÉLECTROLOGIE

Notions générales. — Il nous a paru utile de résumer brièvement ici quelques éléments d'électrolyse qui semblent indispensables à l'étude de cette question. Nous les avons empruntés à l'ouvrage très documenté de DELHERM et LAQUERIERE : « De l'eau contenant, en dissolution certaines substances peut présenter des phénomènes particuliers; c'est ainsi que si l'on recherche le point de congélation ou d'ébullition, si on étudie la tension osmométrique, etc..., on constate que les solutions se comportent pour certains corps comme si on y avait dissout un plus grand nombre de molécules qu'il n'y en a eu en réalité. »

Mais on constate d'autre part que si l'eau pure présente au passage du courant une résistance formidable, il suffit d'y mettre des traces d'un de ces corps qui en se dissolvant paraissent multiplier leurs molécules pour la rendre immédiatement très conductrice : ces corps sont les composés binaires métalliques : les acides et les sels.

Le sucre, l'urée, les matières colloïdales, etc... au contraire, ne diminuent pas la résistance de l'eau.

LOIS DE L'ÉLECTROLYSE

C'est FARADAY qui en 1833 a décrit les lois de l'électrolyse.

Lois qualitatives

1° Un électrolyte de formule RM se décompose en R et M;

2° Les produits de décomposition apparaissent uniquement sur les électrodes et non dans la masse du liquide.

3° L'ion M descend le courant et apparaît à la cathode
L'ion R remonte le courant et apparaît à l'anode.

Loi quantitative

Le poids du métal déposé à la cathode est proportionnel à la quantité totale d'électricité qui a traversé l'électrolyte et varie selon la nature du métal.

Si A est le poids atomique que l'on suppose exposé en grammes, P le poids déposé à la cathode par le passage d'un coulomb

$$P = \frac{I}{96.500} \times \frac{A}{N}$$

A

— étant l'élément électro-chimique du métal.

N

On croyait alors à la décomposition de l'électrolyte sous l'action du passage du courant. Mais CLAUDIUS dans ses travaux a bien montré qu'elle existait avant tout passage du courant.

Sans pouvoir ici entrer dans le détail, nous nous contenterons de résumer la théorie générale que SWANTZ ARRHÉNIUS a donné de ces phénomènes : les électrolytes subissent en se dissolvant une dissociation d'un certain nombre de leurs molécules ce qui explique l'augmentation apparente de ces molécules; les parties séparées sont les ions.

Quelques molécules de chlorure de sodium par exemple se séparent en un ion chlore et un ion sodium; mais comme, d'autre part, on ne constate pas la présence de chlore libre ou de sodium libre, comme d'autre part cette division en ions a rendu l'eau conductrice, on en conclut que le chlore et le sodium sont dans un état spécial : état ionique. Ils portent chacun une charge électrique qui semblent satisfaire leurs affinités chimiques et les empêche de se manifester à l'état libre; grâce à la présence de ces particules électrisées l'eau devient conductrice.

Quand on plonge dans le liquide les électrodes d'une source de courant, les ions sont attirés chacun par celle des électrodes qui a une charge de nom contraire; le sodium se dirige vers le négatif, le chlore vers le positif, et c'est le déplacement des ions qui constitue le passage du courant à travers un électrolyte.

Quand ils sont au contact de l'électrode, ils perdent leur charge, cessent par cela même d'être des ions, et

l'on constate à un pôle un dégagement de chlore et à l'autre un dégagement de sodium.

Si la solution est séparée en plusieurs cuves par des membranes poreuses, les ions passent à travers les membranes et la composition des différentes cuves se trouve modifiée.

Si plusieurs solutions de substances différentes sont contiguës, séparées par des membranes poreuses, on constate que les échanges entre elles ne sont plus simplement ceux produit par osmose, mais qu'il s'y ajoute des modifications apportées par le cheminement des ions.

PENETRATION ELECTROLYTIQUE A TRAVERS L'ORGANISME. — Le corps humain peut être considéré schématiquement comme un assemblage d'innombrables cuves, les cellules, séparées par des membranes poreuses et contenant du chlorure de sodium. Le courant continu ne le traverse donc que grâce à un déplacement des ions c'est-à-dire à des modifications chimiques.

Effets interpolaires. — Si nous sommes loin des deux électrodes, d'une part le courant, s'est largement étalé et l'intensité traversant chaque cellule est faible, d'autre part, une cellule perd d'un côté un ion sodium, mais qui est remplacé par un autre ion sodium venant d'une cellule voisine, tandis que de l'autre côté elle perd un ion chlore remplacé lui aussi au dépend d'une autre cellule. Il y a échange d'ion mais pas de modification finale du milieu.

Dans les régions éloignées des électrodes on constate au point de vue physiologique des actions :

— *Analgésique* dont l'exemple le plus probant est la

disparition des algies des plexus sympathiques abdominaux sous l'influence de la galvanisation transabdominale (DELHERM); le sympathique est alors situé à peu près à égale distance du pôle positif et du pôle négatif.

— *Circulatoire* dans une région soumise au courant continu on constate la diminution des œdèmes, des stases circulatoires.

Quand on a électrisé un territoire étendu de l'organisme, il y a légère amélioration de la circulation générale (pouls plus régulier, tendance à la diminution de l'hypertension, etc.).

— *Trophique* GUILLOZ et HIRTZ avec des techniques différentes ont observé que des applications de doses élevées de courant continu, diminuaient les graisses et augmentaient le relief musculaire; et GUILLOZ a pu démontrer que le courant continu augmente durant l'application et pendant un certain nombre d'heures consécutives, la respiration élémentaire de la fibre musculaire en survie, séparée de l'organisme.

Action polaire du voisinage, lorsqu'on se rapproche jusqu'au voisinage des électrodes le courant ne s'est pas encore étalé, sur toute la largeur de l'organisme et surtout les échanges de cellule à cellule ne se compensent plus exactement; on commence à constater les traces de modifications chimiques que nous décrirons, au contact des électrodes.

Il existe alors en plus des actions interpolaires :

Au pôle négatif une légère vaso-dilatation et une tendance au relâchement des spasmes et contractures.

Au pôle positif une action analgésique et une contrac-

tion des fibres musculaires lisses se traduisant par une vaso-constriction des petits vaisseaux.

Actions polaires de contact, avec des électrodes humides imbibées d'eau conductrice (eau non distillée) les produits de l'électrolyse de l'organisme continuent leur chemin à travers les milieux électrolytiques; tout au plus si la séance est un peu intense, y a-t-il irritation plus ou moins marquée de la peau, mais on n'observe pas d'actions polaires de contact.

Par contre, si l'on applique sur la peau un conducteur solide (charbon ou métal) les produits d'électrolyse sont arrêtés; ils déterminent des actions chimiques :

1° Au pôle négatif : tous les métaux et le charbon se comportent de même, ils ne sont pas attaqués; les tissus à leur voisinage se chargent de soude, il y a dégagement d'hydrogène (provenant de la décomposition de l'eau) le plus souvent sous forme de mousse.

Si la séance est intense ou prolongée il y a escarification plus ou moins profonde selon la quantité d'électricité usitée, l'escarre est celle produite par les bases, c'est-à-dire qu'elle est molle et non adhérente, plus étendue que celle du pôle positif. Si l'action a été assez forte ou assez prolongée pour qu'il y ait une cicatrice, cette cicatrice est mince, souple, peu rétractile.

2° Au pôle positif : où se portent le chlore et l'oxygène il y a action antiseptique et formation d'une escarre sèche, dure, adhérente, avec coagulation sanguine au voisinage. La cicatrice qui en résulte est épaisse, raide, rétractile.

Mais tandis que le charbon, le platine, l'or, ne sont

nullement attaqués par les produits d'électrolyse au pôle positif, que d'autres le sont de façon négligeable, le cuivre, le zinc, l'argent, le fer, sont au contraire attaqués énergiquement : il se forme un oxychlorure de métal; cet oxychlorure est décomposé à son tour, le métal pénètre dans les cellules, etc. Bref à la fin de la séance, il y a une mince couche de métal à la surface de végétaux et une certaine quantité de métal a pénétré dans les tissus.

PÉNÉTRATION MÉDICAMENTEUSE

Nous avons dit qu'entre des cuves séparées par une membrane poreuse, le passage du courant déterminait des échanges chimiques indépendants de l'osmose.

Si donc les ions fournis par l'organisme peuvent continuer leur chemin vers l'électrode métallique à travers une compresse humide ou un bain, de même les ions provenant d'un électrode humide ou d'un bain peuvent à travers la peau pénétrer dans l'organisme sous l'influence du courant.

Les expériences *in vitro* et *in vivo* ne laissent aucun doute sur la réalité de cette pénétration. Il nous faut mentionner les plus importantes :

Expériences de Hittoff et Ensch

Trois cuves communiquent par deux tubes en U dont les branches se dirigent vers le bas. Les deux premières contiennent de l'eau, la troisième une solution de iodure de potassium à 1/10°. L'anode à laquelle est fixé un fragment de pomme de terre bouillie plonge dans la cuve N° 1, la cathode dans la cuve N° 3.

A la fin de l'expérience (3 h. 45), le fragment de pomme de terre bleuit par transport de l'anion iode au pôle positif.

Expérience de Chutzky

Une pomme de terre est creusée d'une cavité contenant une solution de iodure de potassium. Les deux électrodes de platine sont fixés de part et d'autre et à distance de la cavité de façon ce qu'elles n'entrent pas au contact de la solution : la portion voisine de l'anode se colore en bleu.

Expérience de Labatut.

Un récipient rempli de chlorure de lithium est séparé par un morceau de viande de cheval. On fait passer pendant une heure un courant de 8 milliampères; on constate alors que des $6/10^{\circ}$ de lithium qui ont pénétré dans le muscle, $5/10^{\circ}$ se sont groupés autour du pôle positif.

Ces faits mettent bien en évidence, la pénétration ionique à travers l'économie assurée au travers de celle-ci par les ions chlorure de sodium et la mise en liberté de ces ions assure le passage du courant.

Mais pour faire pénétrer une substance il faut réaliser certaines conditions très précises; d'abord il est indispensable que l'ion à faire pénétrer soit placé dans le circuit de façon à être dans le bon sens par rapport au courant.

Les métaux et les alcaloïdes seront à l'électrode positive; les métalloïdes et les radicaux acides à la négative. C'est ainsi que le zinc, le cuivre, l'argent, etc., soit sous forme de métal pur, soit sous forme de solution d'un sel, ainsi que les solutions de sel d'alcaloïdes seront appliquées au pôle positif, tandis que l'iode, le chlore, l'ion salicyle le seront au négatif.

BOURGUIGNON et CONDUCHÉ, dans leurs expériences sur l'élimination de l'ion iode dans les urines au cours de l'ionisation, ont montré qu'elle peut être divisée en trois périodes :

1° Période : élimination croissante de la première à la deuxième séance;

2° Période : élimination en plateau de la deuxième séance au lendemain de la dernière séance.

3° Période : élimination décroissante se prolongeant 5 à 6 jours après la dernière séance.

Les remarquables travaux de LEDUC sur la pénétration ionique dans l'organisme vivant, travaux que nous avons schématisés plus haut, mettent bien en évidence la technique d'introduction des matières dans les tissus.

PENETRATION DES IONS DANS LES MILIEUX OCCULAIRES. — Lorsqu'on passe à l'application de l'œil, comme nous l'avons fait, on se trouve dans des conditions particulièrement favorables.

« En effet, les liquides de l'œil constituent des corps excellents conducteurs de l'électricité, de sorte que tout le courant traverse pour ainsi dire exclusivement les tissus oculaires. » (CANTONNET).

De nombreux travaux ont tendu à démontrer la perméabilité des tissus oculaires aux ions :

MORAX et GIRARD, en 1920, étudient les variations de tension oculaire par osmose électrique. Ils montrent que « par osmose électrique lorsque des solutions salines de composition ionique déterminée baignent l'épithélium de la cornée, on peut soit faire filtrer ces solutions à travers la cornée, vers l'humeur aqueuse, en sorte que le volume liquide de la chambre antérieure se trouvant accru, la tension oculaire s'élève considérablement, soit au contraire, on peut faire filtrer l'humeur aqueuse vers ces solutions salines, c'est-à-dire hors de l'organisme, en sorte que le volume liquide de la chambre antérieure de l'œil se trouvant réduit, la tension oculaire est abaissée au tiers ou au quart (selon la durée de l'osmose) de sa valeur primitive ».

Il faut d'ailleurs pour cela, comme le dit M. JOLTROIS : une différence de potentiel entre les deux faces de la cornée et l'existence dans l'épaisseur de la cornée d'interstices cellulaires remplis de veines.

— BIRKHAUSER, de son côté, publie ses recherches sur l'introduction de l'iode par osmose.

— Enfin, BARO fait deux expériences concluantes :

1^{re} expérience : deux globes oculaires rigoureusement pesés sont placés dans deux récipients communiquant entre eux et contenant du chlorure de sodium, on fait passer un courant de 5 milliampères pendant une heure, le globe correspondant au pôle positif a perdu 30 milligrammes, le globe correspondant au pôle négatif a gagné

90 milligrammes. Un globe témoin n'a présenté ni augmentation de poids ni diminution.

2^e *expérience* : une cornée est interposée entre deux parties d'un tube en U séparant hermétiquement ces deux parties. L'une d'elle reliée au pôle positif contient de l'iodure de potassium, l'autre reliée au pôle négatif contient de l'eau. A l'électrode négatif est fixé un fragment de pomme de terre. On fait passer un courant de 5 milliampères pendant 10 minutes. Au bout de ce temps, la pomme de terre prend une coloration qui va en s'accroissant.

Ces deux expériences montrent bien avec quelle facilité les ions arrivent à pénétrer les tissus de l'œil.

Il nous a paru intéressant de résumer ici ces différentes expériences dans le dessein de montrer quel milieu extrêmement favorable était le milieu oculaire à l'application de l'électrothérapie.

Nous ne reviendrons pas ici sur l'action du courant électrique et des solutions médicamenteuses, nous les avons déjà décrites, nous y reviendrons plus loin à propos de chaque cas.

APPLICATION DE L'IONISATION A LA THÉRAPEUTIQUE

Applications générales

Nous renvoyons à la bibliographie pour les titres les ouvrages et travaux auxquels nous avons fait appel au cours du rapide aperçu qui va suivre des applications générales de l'ionisation.

Il nous a paru plus commode de réunir les affections justiciables d'une thérapeutique identique en des groupes communs :

Ion salicylique. — Il convient particulièrement aux affections suivantes : névrites, névralgies, affections douloureuses des tissus musculaires et conjonctifs; affections articulaires; affections oculaires, que nous ne décrivons pas ici.

Ion zinc. — Il a été employé avec succès :

Dans certaines affections de la peau : *ulcus Rhodens* de la face, *lupus*, ulcérations et adénopathies tuberculeuses, *sycosis*, folliculites, trichophyties des régions glabres, teigne du cuir chevelu, pelades, infections localisées, lymphangites, ulcérations chroniques des jambes.

Dans des troubles de l'appareil digestif : ulcérations

buccales, pyorrhée alvéolaire, colites muqueuses, ulcérations rectales, fissures anales, fistules anales.

En gynécologie : vaginite, leucorrhée, métrorragies, métrites, endométrites (sans annexite).

En urologie : l'urétrite chronique bénéficie aussi de ce traitement.

Dans de nombreuses *affections diverses* : nasales (ulcérations, sinusites), auriculaires (otites moyennes suppurées), oculaires (nous les verrons plus loin en détail), le zinc a aussi été heureusement essayé.

Ion chlore : sa propriété principale est d'être un sclérolysant. Il s'est donc trouvé particulièrement indiqué dans les *lésions cicatricielles* de la peau, de l'appareil respiratoire (symphyse pleurale); dans les scléroses de l'oreille; dans certaines affections oculaires qui seront vues plus loin.

Ion iode : c'est aussi un sclérolysant d'une grande efficacité. Il a été essayé dans les scléroses superficielles; certaines affections du corps thyroïde (goître, maladie de Basedow), certaines affections pelviennes (trompes, ovaires).

— Enfin, nous résumons très rapidement certains corps moins employés, mais dont les essais ont été dans un assez grand nombre de cas couronnés de succès.

Ion lithium : dans la goutte.

Ion magnésium : dans les affections verruqueuses.

Ion argent : dans la blennorragie, l'endométrite, la colite muqueuse.

Ion cuivre : relève des mêmes indications que le zinc.

Ion mercure : tuberculoses externes.

Ion radium : utilisé dans les cas pour lesquels on a recours aux Rayons X et au radium lui-même.

Ion hyposulfureux : par son action trophique locale il a une action, sur certaines affections rhumatismales.

Ion oxyhydrile : s'emploie dans les mêmes cas que le chlore et l'iode.

Ion phosphorique : a été essayé dans le tabès.

Ion quinine : dans le lupus érythémateux et certaines névraigies faciales.

Ion calcium : dans le goître, et surtout les nombreuses affections oculaires dont nous parlerons.

Ion chrome : affections de la langue.

Ion arsenic : certaines affections cutanées.

Ion brome : a été tenté avec quelques résultats dans le tic douloureux de la face.

Ions lactique et butyrique : dans le lupus.

Ion thiosulfurique : la sciatique.

Ions cocaïne et pilocarpine : dans leurs indications habituelles.

APPLICATION OCULAIRE

MORIZOT, à Périgueux, emploie le premier l'ionisation oculaire en 1897. LEDUC, en 1905, signale les bons résultats obtenus en traitant les sclérites et les épiscclérites rhumatismales au moyen de ionisation au chlorure de sodium. Il obtient aussi d'heureux résultats dans l'iritis chronique avec adhérences.

RAMSDEN, en 1908, traite avec succès un cas d'oph-

talmie des nouveaux-nés par la méthode suivante : application sur la conjonctive d'un coton imbibé de sulfate de zinc à 2%, avec 5/10^e de milliampères, 3 minutes toutes les 2 heures.

TAYLOR, MORTON, COLLINS, WIRTZ en Amérique signalent l'amélioration des trachomes par application soit du métal pur, soit d'une solution de sulfate de zinc et cuivre.

LÉWIS-JONES et TRAQUAR rapportent séparément la guérison d'ulcère grave de la cornée par électrolyse du sulfate de zinc.

SCHYDER, BIRKHAUSER, en Suisse emploient l'iode pour des cas identiques.

LABAT, BOURGEOIS et TERSON, en 1917, publient 6 observations de guérison d'épisclérites par le salicylate de soude.

SIMON DE GULLAUMA expérimente avec de bons résultats le rôle de l'iode dans la cataracte. Il traite l'épisclérite par l'ion salicyle et l'iode lithium.

ANGELUCI, en Italie, traite par des méthodes identiques la cataracte sénile au début.

DELHERM et LAQUERIERE traitent la sclérite et l'iritis par l'ion salicyle.

ERLANGER, à Berlin fait de nombreux travaux et publications concernant un grand nombre de cas de pathologie oculaire traités heureusement par l'ionisation.

FIETTA, de Fribourg, publie de 1922 à 1932, les résultats de traitements électrolytiques et la technique de ces traitements.

MORIZOT qui emploie cette méthode depuis fort long-

temps donne dans le *Journal de Médecine et de Chirurgie pratiques* du 10 août 1932 la technique qu'il emploie et les résultats qu'il a eus dans les cas suivants : taie de la cornée, kératite interstitielle, cataracte, décollement de la rétine, glaucome, sclérite rhumatismale et iritis.

BIRKHAUSER préconise, en 1921, l'emploi d'un tube électrode qui lui donne, dit-il, de très bons résultats, dans les taies (iodure de potassium et chlorure de sodium).

BIELSKY, dans le *Sovet Vestnik* (Oft, T. 23, 132, 123) nous dit : « l'action des ions ne se fait pas directement sur les tissus, il y aurait une action irritative sur les terminaisons nerveuses qui viendraient régulariser les fonctions du tonus trophique. L'ionisation au zinc serait employée dans les affections de la cornée, superficielles et profondes. Les opacités du vitré et les choroïdites bénéficient de ce traitement. Quant aux cataractes on les traitera à l'aide de l'ion calcique.

TEMPLE SMITH, en Australie, publie les heureux résultats obtenus par le zinc électrolytique.

Mais c'est à CANTONNET que revient le grand mérite d'avoir apporté à cette thérapeutique les résultats d'une expérimentation extrêmement étendue qui nous permet de mesurer toute l'importance du rôle de l'ionisation en pathologie oculaire.

Nous ne pouvons dans cette étude succincte que donner un aperçu de ce travail, pour le détail duquel nous renvoyons aux différents traités publiés.

Nous décrirons donc simplement la technique et les résultats obtenus par cet auteur que nous remercions

vivement pour les observations originales qu'il a bien voulu nous communiquer et les conseils qu'il nous a prodigués.

Technique. — Matériel d'ionisation : le docteur CANTONNET et ses élèves utilisent depuis 1922 une technique d'ionisation bien mise au point :

L'appareil comporte : une source de courant continu permettant une intensité de $1/2$ à $3/4$ de milliampère;

Un tube électrode œillère spécial.

Une plaque à la nuque.

Des fils conducteurs.

Précautions à prendre : n'employer que des solutions fraîchement préparées;

Surveiller l'intensité avec attention tout au long de la séance;

L'intensité doit être faible, ne pas dépasser $3/4$ de milliampère, elle est habituellement de $1/2$ milliampère.

La durée de la séance est de 15 à 30 minutes.

L'œil n'est jamais cocaïné, le picotement ressenti servant de test de l'intensité du courant qui passe.

Solutions médicamenteuses : elles sont à $1/600^e$ pour le sulfate de zinc.

A $1/400^e$ pour l'iodure de potassium, le chlorure de calcium et le salicylate de soude.

D'ailleurs la concentration de la solution n'est à considérer que pour l'aconitine (DELMERM et LAQUERIERE). Pour les autres produits l'effet à obtenir n'est fonction que de l'intensité du courant.

Action générale des ions : c'est généralement une action hypotensive. Il n'est donc bon de n'ioniser qu'à

faible intensité ($1/5^e$ de milliampère), les yeux hypotoniques (yeux contusionnés et mous, yeux myopes avec lésions marquées de choroïdite, yeux iridocyclitiques et hypotendus.

Par ailleurs l'ionisation est absolument inoffensive.

Fréquence des séances : elle est fonction du cas clinique auquel on a à faire, des occupations et de la résidence du malade; en principe :

— Taies cornéennes : 2 à 3 fois par semaine.

— Glaucome aigu, iritis aiguë, ulcère à hypopion une à deux fois par jour.

— Glaucome chronique tous les 5 jours.

— Synéchies, iridocyclite, deux fois par semaine.

— Névrite rétrobulbaire, deux fois par semaine.

— Cataracté incipiens, une fois par semaine.

— Sclérite, une fois par jour.

— Cicatrices cutanées et conjonctivales, deux fois par semaine.

— diplopie, deux fois par semaine.

Agents médicamenteux : CANTONNET en considère 4 principaux : iodure de potassium, salicylate de soude, chlorure de calcium, sulfate de zinc, on peut y adjoindre, cependant, dit-il, la pilocarpine pour le glaucome, l'aconitine pour les névralgies, le sulfate de cuivre pour le tracome.

Iodure de potassium ($1/400^e$ pôle négatif) convient aux taies légères, synéchies, iritis, iridocyclites chroniques, iritis aiguës syphilitiques, cicatrices cutanées et conjonctivales, altérations chorio-rétiniennes chroniques du myope, résorption des hémorragies rétiniennees attaquées.

bles par l'ionisation (c'est-à-dire traumatiques ou par sclérose).

Chlorure de calcium (1/400° pôle positif) convient aux altérations des nerfs moteurs, amblyopies toxiques, névrites rétro-bulbaires, glaucomes chroniques et aigus cataractes au début (arrêt d'évolution).

Salicylate de soude (1/100° pôle négatif) : cas rhumatismaux et infectieux non déterminés; sclérites, épisclérites, ténonites.

Sulfate de zinc (1/600° pôle positif) : ulcères cornéens de toute nature avec ou sans hypopion, ulcérations cornéennes juxta-limbaires et traumatiques, phlyctènes par infection, conjonctivites aiguës.

Anesthésie ou hypoanesthésie cornéenne, herpès cornéen, kératite neuroparalytique, zona (ne pas dépasser 2/5 de milliampère), on prolonge un peu la séance pour obtenir un effet suffisant (aucun accident)

Ionisation à la plaque : une plaque imbibée du médicament voulu et reliée au pôle convenable est utilisée pour l'ionisation extra oculaire.

Chemosis et rougeurs apparaissent parfois après les séances, il vaut donc mieux éviter une intensité trop forte.

Nous renvoyons à l'ouvrage du docteur CANTONNET pour les très nombreux résultats heureux qu'il a déjà obtenus et qu'il obtient tous les jours dans son service. par cette méthode, résultats qu'il nous a été impossible de reproduire ici.

Nous n'insérerons dans cette étude que des observa

tions récentes qu'il a bien voulu mettre à notre disposition.

OBSERVATIONS

Iritis. Obs. 1. *Iritis aiguë* : O.D. avec T — 1, douleur à la pression; artério-scléreux léger, un peu d'albumine. 9 ionisations salicylées. Guérison. Sédation dès la première séance, qui est signalée pendant le cours de toutes les autres.

Obs. 2. *Iritis légère* : Injection périkeratique T + 1, pas de synéchies visibles. Photophobie; pas d'excavation papillaire. Myosis.

5 ionisations salicylées : guérison.

Sclérites. — Obs. 3. *Sclérite diffuse* : 55 ans, très légère; guérison en 5 ionisations salicylées.

Obs. 4. *Sclérite* : 20 ans, surmenée, amaigrissement de 6 kilos, troubles stomacaux; sclérite O.G. : 12 ionisations salicylées, amélioration nette.

O.D. se prend à son tour, 7 nouvelles ionisations : guérison O.D.G.

ULCÈRES DE LA CORNÉE (Obs. mises à notre disposition par M. ARRIGHI, ext. du service).

Obs. 5. — O.D., 26 ans. Vient consulter le 13.5.36 pour une ulcération marginale se présentant avec le tableau classique de l'ulcération cornéenne : douleur, photophobie, etc...

O.D., acuité 7/10 avec correction;

O.G., acuité 10/10 avec correction.

Traitement : atropine, ionisation au sulfate de zinc. Amélioration rapide des signes fonctionnels, l'ulcération se comble rapidement; guérison en 7 séances; acuité O.D. = 10/10 avec correction.

Obs. 6. — Mme M..., 33 ans, vient consulter le 25.9.35 pour 3 petits ulcères cornéens :

Le 1^{er} à midi;

Le 2^e à 3 heures;

Le 3^e à 7 heures

Réaction vasculaire autour de chaque ulcération. Les signes fonctionnels sont assez discrets. Ces ulcères évoluent d'une façon torpide depuis environ 2 mois.

Acuité O.D., 10/10.

O.G. 6/10 (œil malade). On fait 6 séances d'ionisations au sulfate de zinc et les ulcérations guérissent, en laissant derrière elles quelques néphélions paracentraux qui ne gênent pas l'acuité (celle-ci est revenue à 10/10).

Obs. 7. — Mme C..., 35 ans. O.G., venue le 3 novembre pour une ulcération de la cornée datant de la veille : ulcération curviligne périphérique secondaire à un traumatisme par une branche d'arbre. Photophobie, larmoiement, cercle périkeratique. Acuité O.G. = 2/10. O.D. = 10/10. A l'éclairage latéral, l'iris réagit bien, mais la chambre intérieure est trouble. On institue la thérapeutique habituelle des ulcères cornéens et on fait tout de suite une ionisation au sulfate de zinc.

Le 4 novembre, un croissant d'hypopion apparaît dans la chambre antérieure. Les jours suivants, les signes fonctionnels se calment, l'hypopion se résorbe, l'ulcération se comble, laissant derrière elle une taie siégeant à la périphérie.

L'acuité remonte à 8/10 après 15 séances, la malade est guérie.

Obs. 8 (du docteur CANTONNET). — Mme M..., 45 ans, vient de S.-et-L., en 1935, consulter pour une ulcération torpide de la cornée datant d'un an; elle a consulté à Dijon, Mâcon, Autun, Nevers, sans pouvoir se guérir : 8 ionisations au sulfate de zinc. Guérison. Revue un an après, elle se maintient guérie.

Obs. 9 (du docteur CANTONNET). — Un prêtre se présente, en 1934, avec une ulcération périphérique torpide dépolie de la cornée, hyposthésie cornéenne, cholestérine 2,50.

4 ionisations, disparition du dépoli de la cornée.

Revient 3 mois après pour un nouveau dépoli de la même cornée. 5 séances : guérison.

3 mois après, revient encore pour un nouveau dépoli de la cornée. 4 séances : guérison. Mais fatigué, surmené (prêtre des régions dévastées, église humide). Lui remet une lettre pour son évêque, demandant un poste de demi-repos. Il obtient un poste dans un couvent de Saint-Quentin, où il se trouve beaucoup mieux. Depuis deux ans, pas de récive.

HÉMORRAGIE RÉTINIENNE

Obs. 10. — Petite hémorragie maculaire, à la suite d'une chute. $V = 2/10$, un mois après l'accident. 12 ionisations iodurées en 15 jours : $V = 4/10$.

GLAUCOMES

Obs. 11 (de M. LAKATOS). — Mme M.-P..., 39 ans, vient consulter le 21.11.32. O.G : ulcère cornéen il y a

22 ans; actuellement, légère sclérose du cristallin; grande vascularisation de la papille, pas d'excavation; champ visuel nasal sensiblement normal, acuité visuelle 4/10, non améliorable, mais taie ancienne. Tension oculaire : + 1; voit parfois des arc-en-ciel. O.D. : normal, acuité 10/10.

26-4-33 : O.G. : cornée trouble, chambre antérieure diminuée, fond d'œil inéclairable; tension oculaire : 65 avec 10.

T. O.D. : 30 avec 7,50.

V.O.D. = 10/10. On commence une série d'ionisations au chlorure de calcium, car la malade refuse l'intervention chirurgicale. Goutte à goutte de pilocarpine. Le lendemain, T.O.G. = 60 avec 10; T.O.D. = 28 avec 7,50.

Bordet-Wassermann : négatif.

27-6-33. Après une série de 20 ionisations : T.O.G. = 35 avec 7,50; T.O.D. = 15 avec 7,50.

L'œil gauche est complètement indolore. La cornée s'est éclaircie, un peu d'excavation de la pupille. V.O.G. = 2/10, non améliorable.

Obs. 11. — Glaucome hémorragique O.G. (du docteur CANTONNET). — Vient consulter le 20-10-35.

Hyphéma, douleurs; T + 2; V = 8/10 avec — 2. Cholestérine 7,82.

Ionisation.

4-11-35. Disparition des douleurs.

8-11-35. Tension normale, plus de douleurs.

Obs. 12. — Le malade vient consulter le 3-10-33.

O.D. V = 10/10 sans correction.

O.G. V = —1/100; T. + 3, mydriase, perception lumineuse limitée, œil inéclairable, glaucome non réactionnel mais douloureux, pas de décollement, Wassermann

négatif, foie insuffisant. Le début des troubles remonte à 3 mois. Le malade refuse l'énucléation. Ionisation. Le 4-10-33 : T. + 1,5; 6-10-33 : T. + 1, souffre moins; 24-10-33 : T. + 1. V. = 1/10.

Le malade revient le 5-6-34. V.O.D. = 1 (sans verre); V.O.G. = 0; O.G. T. + 3. Mydriase, le cristallin s'opacifie : ionisation.

18-7-34. O.G. : T. + 2 avant l'ionisation, T. + 1/2 après. Les douleurs ont disparu; pas de tumeur intra-oculaire à la diaphanoscopie.

Obs. 13. — *Glaucome absolu*, le 12-3-34 :

Glaucome à O.D.G. (iridectomie).

O.D. = T + 2, douleurs céphaliques droites, excavation de la papille droite.

O.G. inéclairable, voit la main à 50 cm. Urines normales, traces d'albumine, chlorure 8,88, cholestérinémie 2,88.

Mis au traitement (ionisation).

23-6-34 : Les douleurs ont disparu; cholestérine 2,94.

12-7-35 : La disparition des douleurs s'est maintenue; cholestérine 2,94

APPLICATION PERSONNELLE

Nous avons expérimenté, à l'hôpital Trousseau, dans le service du docteur FAVORY qui, depuis quelque temps déjà a appliqué ce mode de traitement.

Il nous paraît ici utile de donner un rapide exposé de la technique employée, et surtout des modifications qui, nous semble-t-il, doivent apporter à l'ionisation, une efficacité peut-être plus grande.

MATÉRIEL D'IONISATION

Description de l'appareil. — Cet appareil dit Sanion, se compose d'une boîte contenant 4 piles de poche interchangeables qui produisent le courant électrique. Ce courant est contrôlé par un milliampèremètre qui est commandé par 2 commutateurs. Le circuit électrique est relié par une prise de courant, à une électrode est à une tige métallique.

Le milliampèremètre permet de contrôler la tension du courant en milliampères. Il comporte également une graduation en minutes. Cette dernière graduation est importante. En effet, lorsque la puissance des piles

baisse, il suffit d'augmenter la durée du traitement, durée qui compense alors cette diminution de puissance.

L'application au niveau de l'œil se fait, soit au moyen d'une électrode à godet permettant la fixation d'un tampon de coton imbibé de médicament; soit d'un électrode à tige, qui permet d'appliquer *loco dolenti*, la substance médicamenteuse. Un commutateur permet de modifier l'arrivée du courant, selon qu'il s'agit de corps qui se déplacent du pôle positif ou du pôle négatif.

Mise en marche de l'appareil. — La durée du traitement varie de 1 à 3 minutes.

L'intensité du courant employé est habituellement de 1 à 3 milliampères.

Nous n'avons jamais cocaïné l'œil, suivant en cela les avis du docteur CANTONNET, le picotement ressenti étant en effet le meilleur test de l'intensité du courant qui passe, et l'apparition de douleurs, un avertissement précieux en cas d'intensité trop forte.

Action médicamenteuse. — C'est à ERLANGER et à BUDOWSKI, de Berlin, que revient le mérite d'avoir doté la technique d'ionisation habituelle de ces éléments nouveaux qui, nous semble-t-il, apportent un appoint important à l'efficacité de ce traitement. Nous y reviendrons plus loin.

Les premiers essais furent faits sur des chiens atteints d'ulcères de la cornée. Le médicament employé était une solution de zinc. L'intensité 3 milliampères. La durée de la séance 3 minutes. Le nombre de séances 10. ERLANGER appliqua ensuite cette technique à l'œil humain, tech-

nique dont il exposa les résultats au dernier congrès ophtalmologique à Londres.

Il serait long d'exposer ici en détails le compte rendu de ces travaux, dont nous donnons la référence à notre bibliographie. Nous ne pouvons que les résumer brièvement :

Les inflammations de la conjonctivite : sont traitées par des solutions de zinc ou de calcium.

Le trachome est sensible à l'ionisation au zinc, calcium, adrénaline, quinine.

Les Blépharites à une association de calcium et de zinc.

L'Eczéma des paupières à l'ichtyol.

Les ulcères d'origine catarhale à une solution d'adrénaline et de zinc.

L'ulcère serpentineux est traité par l'ionisation à l'optochine alternée avec du zinc.

La sclérite et l'épisclérite doivent être traitées par l'histamine.

Nous en avons traité deux cas par le salicylate avec de bons résultats.

L'iodure de potassium a été essayé dans les altérations chorio-rétiniennes du myope et la résorption des hémorragies rétiniennes.

NORMAN FLEMING emploie la même technique. ITOH, au Japon, démontre que l'iode administré par ionisation sous certaines conditions pénètre 200 fois plus vite que par le procédé habituel.

ELEMENTS NOUVEAUX APPORTES A LA TECHNIQUE HABITUELLE D'IONISATION. — Elle consiste dans l'adjonction de catalyseurs et de certains produits dont

le but est de rendre plus facile la pénétration, et plus active l'action des corps médicamenteux.

Nous en dirons quelques mots :

Un catalyseur, on le sait, est un produit qui employé à doses infinitésimales, n'intervient pas dans la réaction, mais sert d'intermédiaire facilitant les réactions d'autres corps. On voit donc leur intérêt ici, car ils augmentent la perméabilité des cellules et la sensibilité de celles-ci aux produits médicamenteux, d'où absorption plus facile. Ces catalyseurs, sont constitués par des sels de métaux rares et en particulier de sels d'or. Enfin, à cette action s'ajoute l'action de certains corps sur lesquels nous n'avons pu avoir d'autres renseignements, lesquels inactifs au point de vue thérapeutique, n'ont pour seul rôle que de diminuer la tension superficielle du milieu, d'où pénétration et absorption plus facile.

Dosages des solutions employées .

Sol. de zinc : 1/300° à 1/500°.

Sol. de calcium : 1/100° à 1/400°.

Sol. de salicylate : 1/100°.

Sol. de zinc et de calcium combinés : Cal. 1/300° + Zn 1/500°.

Hist. 1/100°.

Argent 1/1000°.

Selon leur affinité pour les pôles positif et négatif, tous ces corps seront placés à la cathode ou à l'anode.

Nos expérimentations à l'Hôpital Trousseau ne portent

malheureusement que sur un nombre assez restreint de cas, une trentaine environ. Mais les résultats heureux que nous avons obtenus, dans la plupart, nous ont encouragés à les publier.

Nous avons surtout fait notre expérimentation sur des cas de conjonctivite, blépharites, blépharo-conjonctives, particulièrement tenaces, ainsi que quelques cas de sclérites, épisclérites, hyphémas.

OBSERVATIONS

BLÉPHARITES

Obs. 6. — O. J..., 14 ans. Le premier essai d'un grand intérêt expérimental a été fait par le D^r FAVORY sur une enfant atteinte de blépharite O.D.G., assez intense; il procéda de la façon suivante :

1^{re} séance : O.D. seul est traité avec une solution de calcium 2 minutes, 2 Ma (tout traitement antérieur ayant été supprimé des deux côtés).

2^e séance : nette amélioration de O.D.; O.G. ne s'est pas modifié.

3^e séance : O.D. toujours seul traité; O.G., même état.

4^e séance : O.D. va bien; O.G. est alors traité d'une façon identique et guérit, à son tour, après 5 séances d'ionisation.

Obs. 8. — M. M. B... (externe de service) présente à O.D.G. une blépharite chronique légère ancienne et particulièrement tenace : œdème et rougeur du bord des paupières, pas d'ulcération. Emmétrope. Les traitements

habituels n'apportent à cet état aucune modification. A eu 10 séances d'ionisation au calcium, 2 minutes, 2 Ma, va nettement mieux. Le traitement continue.

Obs. 9. — C. R..., 25 ans, blépharite O.D.G., l'œil droit est beaucoup plus atteint que le gauche; il est ionisé 30 secondes de plus que ce dernier. L'amélioration se fait sentir très rapidement, la guérison survient en sept séances.

Obs. 10. — L. M..., 11 ans, blépharite O.D.G.

Hypermétrope + 2.

O.D.G. : V. = 9/10.

Corrigée, la blépharite diminue mais persiste; 8 séances : guérison.

Obs. 11. — T. D..., 13 ans. V. O.D.G. = 10/10 sans correction. Blépharite rebelle à O.D.G. présentant, depuis 6 mois, des poussées fréquentes; jusqu'ici, les traitements habituels n'ont pas donné grand'chose, la guérison était très lente à se faire sentir. D'emblée, ionisation au calcium : 15 séances, guérison.

Obs. 12. — L. M..., blépharite O.D.G. intense. Hypermétrope + 2; V. = 9/10 O.D.G. Corrigée, la blépharite persiste. Sept séances. Va bien.

Obs. 13. — R. R..., 16 ans, blépharite O.G. d'intensité moyenne. Guérie en 4 séances.

Obs. 14. — Mme B..., 38 ans. Blépharite légère mais tenace, O.G., avec chute des cils, rougeurs du bord libre, conjonctive un peu injectée. 9 ionisations au mélange calcium et zinc. Guérison.

Obs. 14 bis. — M. F..., 30 ans. Blépharite croûteuse O.D.G. Emmétrope. Blépharite rebelle; 10 ionisations au calcium amènent la disparition des lésions, mais six semaines plus tard le malade revient avec une nouvelle poussée. On reprend le traitement; l'état s'améliore rapidement. La guérison est obtenue en 8 séances.

BLÉPHARO-CONJONCTIVITES

Obs. 1. — M. E..., 46 ans, vient consulter le 10-3-36, pour blépharo-conjonctivite O.D.G.; par ailleurs, syco-sis infectieux du menton, eczéma couperosique des joues. Etat digestif médiocre, foie un peu déficient, surmené. Il est par ailleurs soigné pour ses troubles cutanés et son état général.

Localement : blépharo-conjonctivite aiguë, paupières oedématisées, ulcérées, chute des cils, conjonctives irritées, sécrétions abondantes, paupières collées le matin. Le malade a présenté un épisode identique il y a un an.

Se soigne à l'argyrol et à la pommade à l'oxyde jaune depuis 8 jours sans résultat. Ionisation au calcium : 2 minutes, 2 Ma, 3 fois par semaine, le traitement antérieur est complètement arrêté.

12-2-36 : Petite amélioration de la blépharite.

14-2-36 : Le mieux s'accroît, les paupières sont un peu moins enflées, les ulcérations se comblent.

17-2-36 : Même état.

19-2-36 : Même état.

21-2-36 : Le progrès devient très sensible. Les ulcérations se comblent, les cils repoussent, les paupières ne sont plus collées le matin.

24-3-36 : La blépharite est à peu près terminée. Les applications avaient été faites jusque-là uniquement avec l'électrode à godet. On fait encore 6 séances en alter-

nant avec des applications directes sur la conjonctive au moyen de l'électrode à tige. Guérison complète.

Obs. 2. — O. V..., 9 ans. — Blépharo-conjonctivite C.D.G. rebelle, traitement depuis un mois par le traitement habituel Céphalée.

Par ailleurs, hypermétrope : O.D. = 10/10 après correction; O.G. = 8/10 après correction.

Bon état général. Après la correction, la blépharo-conjonctivite ne va pas mieux. 15 séances d'ionisation avec un mélange de calcium et de zinc : guérison.

Obs. 3. — A. B..., blépharo-conjonctivite aiguë O.D., premier épisode. Le début remonte à environ un mois. Bon état général : l'enfant, depuis le début, a été traité par la thérapeutique habituelle. On fait alors 5 ionisations au zinc, au bout desquelles la guérison est obtenue.

Obs. 4. — B. D..., 10 ans, blépharo-conjonctivite O.D.G. L'enfant est malade depuis 14 jours, ayant présenté un accident identique il y a 2 ans. Emmétrope.

Blépharite ulcéreuse, œil collé le matin, chute des cils, conjonctive très rouge. Malgré les soins habituels (oxyde jaune de mercure, ichtyo-zinc, badigeonnage du bord libre des paupières par l'azotate d'argent, sulfate de zinc), l'état demeure sans grand changement; 9 séances d'ionisation avec la solution de calcium-zinc amène la disparition complète des lésions.

CONJONCTIVITES

Obs. 15. — Conjonctivite contractée dans une piscine : Mlle M..., 17 ans. Conjonctivite très rebelle, les débuts

remontent à trois mois; il s'agit d'une forme subaiguë; la conjonctive est injectée, légère sécrétion. On fait un frottis, qui ne montre rien de particulier. La malade, jusqu'ici, a été traitée par du sulfate de zinc, puis un collyre au plomb.

L'ionisation au zinc donne une amélioration sensible à partir de la 5^e séance; cependant la guérison est lente, et n'est obtenue qu'à partir de la 20^e séance.

Obs. 16. — L. C..., 12 ans 1/2. Conjonctivite aiguë ayant débuté il y a 3 semaines. V. = 10/10 après correction. A été traitée au sulfate de zinc pendant 8 jours, au début. S'est améliorée, puis a rechuté, a alors été ionisée au zinc; guérie au bout de 8 séances, se maintient guérie depuis un mois.

Obs. 17. — M. L..., 25 ans. Conjonctivite diffuse O.D.G. est guérie très rapidement en 5 séances; le mieux s'est manifesté au bout de la 5^e séance.

Obs. 18. — M. A..., 14 ans. Conjonctivite phlycténulaire O.G. La pommade à l'oxyde jaune ne donne pas de résultat. Ionisée d'abord au sulfate de zinc pendant trois séances, sans amélioration, on emploie alors un mélange de zinc et de calcium qui, au bout de 10 séances, amène la guérison.

Obs. 19. — M. G..., 42 ans, conjonctivite et chalazion O.G. Ionisation au zinc avec l'électrode à tige, dans le but de décongestionner l'œil avant l'intervention. Au bout de 8 séances, l'inflammation a disparu. Le chalazion lui-même donne l'impression d'avoir quelque peu diminué de volume. Le malade doit venir se faire opérer.

Obs. 20. — M. L..., 12 ans. Conjonctivite subaiguë chronique, O.D.G. Le début remonte à il y a environ 2 ans. Les traitements habituels n'amènent que des améliorations légères, jamais une guérison définitive. On pratique, 12 ionisations au zinc, qui amènent la disparition complète des phénomènes inflammatoires (il est encore difficile de dire si cette guérison va se maintenir d'une façon définitive, le traitement n'ayant été terminé que depuis une quinzaine de jours).

Obs. 21. — B. R..., 8 ans. Conjonctivite aiguë O.D. Le début remonte à une huitaine de jours; l'ionisation est d'emblée pratiquée avec un mélange de calcium et de zinc. La guérison est obtenue en 7 séances

Obs. 22. — G. B..., 17 ans. Conjonctivite aiguë, O.D.G. Le début remonte à un mois; jusqu'ici, la malade s'est traitée par un collyre au sulfate de zinc, sans succès.

Le traitement est arrêté, 8 séances au zinc amènent la guérison.

Obs. 23. — J. V..., 9 ans. Conjonctivite subaiguë, légèrement améliorée mais non guérie par la thérapeutique courante. 10 séances d'ionisation au zinc : guérison.

EPISCLÉRITES

Obs. 24. — Mme Z..., 35 ans. Episclérite, O.G. Le début remonte à il y a environ un an, episclérite tenace, présentant des poussées évolutives. Les traitements : général (salicylate et atophan) et local (cautérisations au galvanocautère) sont restés sans résultat.

Le malade se plaint de souffrir vivement.

On essaie d'abord trois séances d'ionisation à l'histamine. Ne donnent pas de résultat. Nous essayons alors le salicylate de soude. La malade, dès la 2^e séance, a accusé une diminution très sensible des phénomènes douloureux, qui ont disparu complètement au bout de la 6^e séance. Un traitement de consolidation est encore actuellement pratiqué.

Obs. 25. — J. J..., 11 ans. Episclérite (traumatisme invoqué?). Mauvais état général, toux, antécédents familiaux bacillaires. Guérison au bout de 9 séances au salicylate de soude.

Obs. 26 (du Dr FAVORY). — M. N..., 32 ans. Episclérite. Arthritique, souffre par poussées, réagit peu au traitement habituel. 15 séances d'ionisation au salicylate de soude amènent la cessation complète des phénomènes douloureux.

HYPHÉMAS

Obs. 27. — O.G. Hypermétrope V. O.D. + 0,75 = 5/10; V. O.G. + 0,75 = 3/10.

Ionisation au calcium; au bout de 4 séances, amélioration nette, diminution de l'hyphéma. Après 3 nouvelles séances, disparition du sang. (Le zinc, auparavant essayé, avait donné une réaction douloureuse et avait été abandonné.)

Obs. 28. — L. N..., 28 ans. Hyphéma traumatique. 6 séances d'ionisation au calcium : grosse amélioration.

CONCLUSIONS

1. — L'Ionisation oculaire est une thérapeutique particulièrement favorable et efficace dans un nombre assez important de cas de pathologie oculaire.
2. — La technique que nous avons employée, emploi de catalyseurs et de corps destinés à activer la pénétration, l'absorption et l'action des produits médicamenteux, nous semble être un adjuvant utile à la méthode habituelle.
3. — Cette technique, en effet, a permis des séances beaucoup plus courtes (2 à 3 minutes) que les séances habituelles.
4. — D'autre part, dans les observations que nous avons réunies nous nous sommes surtout adressés à des cas rebelles ou lents à guérir, et nous avons eu d'heureux résultats.
5. — Ces résultats, nous pouvons les schématiser de la façon suivante : blépharites : 11 cas traités, 9 cas de guérison (ionisation au calcium isolé ou mélangé

au zinc); blépharo-conjonctivites : 5 cas traités 4 guérisons (mélange de calcium-zinc); conjonctivites : 10 cas traités, 8 guérisons (zinc ou mélange de calcium-zinc); épislérîtes : 3 cas, 1 guérison, 2 améliorations très nettes (salicylate de soude); hyphémas : 2 cas, 1 guérison, 1 amélioration (calcium). La plupart des cas traités étaient des cas tenaces, traînants, rebelles aux thérapeutiques banales. Le traitement antérieur avait toujours été supprimé. Les séances se faisaient tous les deux jours. La moyenne du nombre de séances a été de 7 à 15.

Nous avons constaté que l'amélioration se faisait la plupart du temps sentir dès les 2 ou 3 premières séances.

6. — Suivant en cela les avis du docteur CANTONNET, nous n'avons pas insensibilisé l'œil, nous prescrivons même cette méthode; la sensibilité cornéenne étant un excellent guide de l'intensité du courant qui agit.
7. — Dans nos expériences, nous n'avons jamais relevé le moindre incident au cours des séances.
8. — Interpréter les résultats est certainement encore bien difficile. Seule la pénétration électrolytique des ions a été prouvée.

De l'ensemble des recherches faites jusqu'à ce jour on peut faire plusieurs hypothèses d'une action com-

plexe; action chimique des ions mis en marche par le courant et activés par les catalyseurs, action osmotique activant les courants lymphatiques inter ou intra-cellulaires.

Vu : LE DOYEN :

G. ROUSSY.

Vu : LE PRÉSIDENT DE THÈSE :

TERRIEN.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMOWICZ. — De l'introduction dans l'œil de la sanb-
rysine à l'aide de l'ionisation. (Recherches ex-
périmentales, Arch. d'Ophtalmologie : janvier
1927.)
- ANGELUCCI. — Iontororesi nella cura della cataracta
(Arch. d'Ophtalmologie, 1925).
- BIRKHAUSER. — Experimentelles und Klinisches zur ionto-
phoretischen Behandlung von Honnhauttrü-
bungen. (*Klinische Monatsblätter für Augen-
heil Kunde*, 1921, LXVII Band, Nov. Dec.)
- BARO. — Tratamiento des las enfermedades de los ojos
por medio de la ionotherapia electric. (Manuel
Marín, Editeur, Barcelone, 1925.)
- BIELSKY. — Iontophoresis in Ophtalmology. (*Sovet Vest-
nik* 4, 123, 132, 1934.)
- BRILLOUET. — Etude physique et thérapeutique des ions,
particulièrement de l'ion Iode. (Thèse, Paris,
1907.)
- BURCKER. — Les applications thérapeutiques des Ions.
(Thèse, Paris, 1917.)
- CANTONNET. — Echanges cosmiques entre les milieux
oculaires et le placement sanguin.
L'ionisation en ophtalmologie. (*Pr. Méd.*,
13 juin 1923.)

L'ionisation dans les cicatrices palpébro-faciales. (Sté d'Opht. Paris, 20 oct. 1923.)

Ionisation de l'œil. Technique, résultats. (Maloine, 1927).

CANTONNET, BOURGUIGNON, JOLTROIS. — Ionisation en thérapeutique oculaire. (Sté d'Opht. de Paris, 1923.)

Les principales indications de l'ionisation oculaire. (*Presse Médic.* du 9 juin 1923.)

BOURGUIGNON & CHIRAY. — L'ionisation dans le traitement des cicatrices adhérentes, simples ou compliquées, des cicatrices des membres. (*Pr. Méd.*, août 1916.)

Libération des cicatrices adhérentes par l'ionisation à l'iodure de potassium. (Sté Méd. des Hôp., 26-10-16 et 23-2-17.)

BOURGUIGNON & CONDUCHÉ. — Expériences sur l'introduction de l'ion iode par électrolyse chez l'homme et son élimination par les urines. (Compte rendu de l'Acad. des Sciences, 29-5-1922.)

DELHERM & LAQUÉRIÈRE. — *Electrologie*, Maloine 1927.

DOBZYNSKI. — *L'ionothérapie des ulcérations cornéennes* (Paris, 1932).

DUIEM & DUBOST. — *L'ionisation et ses applications médicales* (1930).

ERLANGER. — *Elektrische Einverleibung von Pharmaka (Iontophorèse) ins Auge* (Berlin, 1932).

FOMBEURE. — Ionisation en thérapeutique ophtalmologique (*Cl. Opht.*, 11-12-33, p. 603).

FAUVEAU DE COURMELLES. — *Electrolyse médicamenteuse* (*Oeuvre Médicale*, 1927, p. 263).

Ionisation (*Vie Médicale*, XIII, 1932, pp. 851, 857).

FIETTA. — Essais iontophorèse à l'atropine (*Rev. Gén. d'Ophtal.*, août 1924, p. 317).

Valeur de l'iontophorèse en ophtalmologie (*Annales d'oculistique*, août 1932, p. 613).

JOLTROIS. — Ionisation en thérapeutique oculaire. (Thèse de Paris, 1923.)

LE COUILLARD. — Ionisation dans les sclérites. (Thèse de Paris, 1933.)

LEDUC. — Introduction électrolytique des ions dans les tissus vivants. (Congrès A.F.S.A., Paris 1900.)

L'ion en médecine (*Annales d'Electrobiologie*, 1905).

LUCAS. — Traitement des cicatrices vicieuses et de la sclérodermie par l'ionisation à l'iodure de potassium. (Thèse de Paris, 1932.)

MORAX & GIRARD. — Variations de tensions oculaires par osmose électrique (*Annales oculistiques*, oct. 1920).

MORIZOT. — Ionisation en thérapeutique oculaire (*Clin. Opht.*, mars 1927, p. 145).

Traitement des affections oculaires par l'ionisation (*Journal de Médecine et Chirurgie*, 10-8-32).

SCHNYDER. — Inaugural Dissertation aus der Augenabteilung des Kantonsspitals Luzerne, Kl. Monats. f. Augenheilkunden 1919, p. 433).

SIMON DE GUILLAUMA. — Ionothérapie et Epislérite. L'ion Iode comme traitement de la cataracte. (*Cl. d'Opht.* 1916).

Electro-ionisation par radium (*Cl. Opht. Paris*, 1917-1918), p. 706-714.

TEMPLE-SMITH. — Zinc ionisation in ophtalmology work
(M. J. Australia) 2-115-116 — 23-7-27).

TERRIEN. — Semiologie oculaire. — La Calotte Corneo-
sclérale (p. 170).

TRAQUAIR. — *Ophtalmology review*, Jan. 1911.

ZIMMERN. — *Eléments d'électrothérapie clinique*, 1906.

Imprimerie spéciale de la Librairie Le François,
91, boul. Saint-Germain, Paris-6^e
